

(8) Japanese Patent Application Laid-Open No. 8-316281 (1996):  
“FAILURE INSPECTION DEVICE”

The following is an English translation of the abstract.

[Abstract]

[Object] To provide a failure inspection device capable of inspecting a failure even in a multilayer wiring.

[Configuration] The present invention is directed to a failure inspection device 1 for irradiating a laser light upon a sample such as a wafer 10 having a wiring pattern 11 formed on a base material for a silicon 10a and the like, and performing a failure inspection of the wiring 11 using a two-dimensional image obtained based on a change in a current flowing through the wiring pattern 11. The failure inspection device 1 includes an infrared laser light source 31 for example, for emitting a laser light whose wave length passes through the base material and absorbed in the wiring pattern 11, a scan section 32 for scanning the sample with the laser light emitted from the infrared laser light source 31, and a calculation section 4 for calculating the two-dimensional image based on the change in the current flowing through the wiring pattern 11 by the irradiation of the laser light.

特開平8-316281

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

(51)Int.Cl. °

識別記号

F I

H01L 21/66

H01L 21/66

S

G01R 19/00

G01R 19/00

V

31/02

31/02

31/302

31/28

L

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全5頁)

(21)出願番号

特願平7-115397

(22)出願日

平成7年(1995)5月15日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 滝沢 正明

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

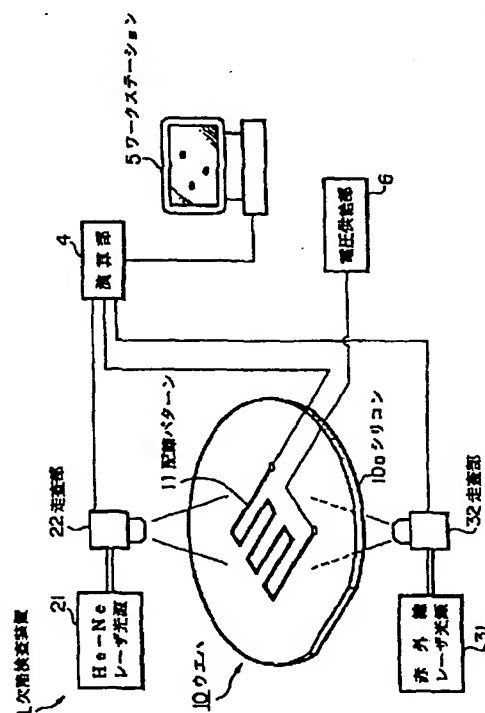
(74)代理人 弁理士 船橋 國則

(54)【発明の名称】欠陥検査装置

(57)【要約】

【目的】 多層配線であっても欠陥を検査することができる欠陥検査装置を提供すること。

【構成】 本発明は、シリコン10a等の基材に配線パターン11が形成されたウエハ10等の試料に対しレーザ光を照射し、配線パターン11に流れる電流の変化に基づき得られる2次元画像によって配線パターン11の欠陥検査を行う欠陥検査装置1であり、基材を透過し配線パターン11にて吸収される波長のレーザ光を出射する例えば赤外線レーザ光源31と、ここから出射したレーザ光を試料に対して走査する走査部32と、レーザ光の照射によって配線パターン11に流れる電流の変化に基づき2次元画像を算出する演算部4とを備えている。



本発明の一実施例を説明する模式図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の基材に配線パターンが形成された試料に対しレーザ光を照射し、該配線パターンに流れる電流の変化に基づき得られる2次元画像によって該配線パターンの欠陥検査を行う欠陥検査装置であって、前記基材を透過し前記配線パターンにて吸収される波長のレーザ光を出射する光源と、前記光源から出射したレーザ光を前記試料に対して走査する走査手段と、前記レーザ光の照射によって前記配線パターンに流れる電流の変化に基づき前記2次元画像を算出する演算手段とを備えていることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項2】 前記光源は、前記レーザ光を前記試料の基材側から配線パターンへ照射することを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

【請求項3】 前記光源は、赤外線レーザ光を出射することを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

【請求項4】 請求項3記載の欠陥検査装置であって、赤外線レーザ光を出射する前記光源とともに、可視光レーザ光を出射する他の光源を備えていることを特徴とする欠陥検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、所定の基材に形成された配線パターンの欠陥を検査する欠陥検査装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 集積回路で使用されるアルミニウム等の配線パターンでは、エレクトロマイグレーションによって生じる欠陥が起因する断線や抵抗上昇等の不良が問題となっている。従来、この配線パターンの欠陥を検査する欠陥検査装置としては、顕微鏡観察等を用いて目視で行っていたが、配線パターンの微細化にともない目視による検査では困難となってきた。

【0003】 これに対応するため、O B I C (Optical Beam Induced Current) 像を用いた欠陥検査装置では、基板とp n接合する配線パターンに所定の直流バイアスを与えるとともに、この配線パターンにHe-Neレーザ等の可視光レーザビームを照射し、この際配線パターンを流れる電流の変化に基づいて2次元のO B I C像を得て、欠陥の検査を行っている。

【0004】 また、近年ではアルミニウム等の配線パターンの欠陥を検査する目的から、無バイアス下でのO B I C像を得る欠陥検査装置や、配線パターンに適用な直流バイアスを与え、He-Neレーザ光の照射によってもたらされる配線パターンの温度上昇に応じた抵抗変化から2次元画像を得る欠陥検査装置も考えられている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、いずれの欠陥検査装置であっても、試料の上方からパッシブ

シオン膜等を介して配線パターンにレーザ光を照射し、この際の電流変化や抵抗変化を検知しており、例えば配線パターンが多層となっている場合には、その重なる部分にレーザ光を照射できず、下層側の配線パターンの欠陥を検査できないという問題がある。配線のパターン化は、集積回路における配線パターンの微細化とともに進む技術であり、この問題は今後益々顕著に現れることになる。

【0006】 よって、本発明は多層配線であっても欠陥を検査することができる欠陥検査装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記の目的を達成するために成された欠陥検査装置である。すなわち、本発明は、所定の基材に配線パターンが形成された試料に対しレーザ光を照射し、この配線パターンに流れる電流の変化に基づき得られる2次元画像によって配線パターンの欠陥検査を行う欠陥検査装置であり、基材を透過し配線パターンにて吸収される波長のレーザ光を出射する光源と、この光源から出射したレーザ光を試料に対して走査する走査手段と、レーザ光の照射によって配線パターンに流れる電流の変化に基づき2次元画像を算出する演算手段とを備えるものである。

## 【0008】

【作用】 本発明では、光源から出射するレーザ光が試料の基材を透過して配線パターンで吸収され、配線パターンの温度上昇によって他の部分との間で電位差を発生させる。つまり、レーザ光を基材側から照射しても基材の影響を受けることなく光源から出射したレーザ光が配線パターンに照射される状態となる。走査手段ではこのレーザ光を試料に対して2次元的に走査し、演算手段ではレーザ光の走査と同期して配線パターンに流れる電流の変化に基づく2次元画像信号を生成する。これによって、配線パターンが多層となっている場合でも、基材側に位置する配線パターンの欠陥を検査できるようになる。

## 【0009】

【実施例】 以下に、本発明の欠陥検査装置における実施例を図に基づいて説明する。図1は、本発明における欠陥検査装置1の一実施例を説明する模式図である。この欠陥検査装置1は、検査試料となるウエハ10の配線パターン11に発生している欠陥を検査するためのものであり、可視光レーザであるHe-Neレーザを出射するHe-Neレーザ光源21とその走査部22（例えば、音響光学スキャナやガルバノメータミラースキャナ）、赤外線レーザを出射する赤外線レーザ光源31とその走査部32（例えば、音響光学スキャナやガルバノメータミラースキャナ）、配線パターン11に流れる電流の変化に基づき所定の2次元画像信号を生成する演算部4、2次元画像信号を画面出力するワークステーション5、配

線パターン 11 に所定の直流バイアスを印加する電圧供給部 6 を備える構成となっている。

【0010】本実施例において検査対象となるウエハ 10 には、例えば基材としてシリコン 10a が用いられており、配線パターン 11 としてアルミニウムが用いられている。He-Ne レーザ光源 21 から出射される可視光レーザはウエハ 10 の配線パターン 11 側（ウエハ 10 の表面側）から照射され、走査部 22 によって 2 次元的にウエハ 10 の表面に走査される。

【0011】この He-Ne レーザ光源 21 および走査部 22 を介して照射される可視光レーザは、ウエハ 10 の表面側から配線パターン 11 まで到達し、そこで吸収される。演算部 4 では、この照射される He-Ne レーザの走査と同期して配線パターン 11 を流れる電流の変化に基づく 2 次元画像信号を生成する。

【0012】また、赤外線レーザ光源 31 から出射される赤外線レーザ光は基材であるシリコン 10a 側（ウエハ 10 の裏面側）から照射され、走査部 32 によって 2 次元的にウエハ 10 の裏面に走査される。この赤外線レーザ光源 31 および走査部 22 を介して照射される赤外線レーザは、ウエハ 10 の裏面側からシリコン 10a を透過して配線パターン 11 まで到達し、そこで吸収される。演算部 4 では、この照射される赤外線レーザの走査と同期して配線パターン 11 を流れる電流の変化に基づく 2 次元画像信号を生成する。

【0013】本実施例において検査試料となるウエハ 10 は、先に説明したようにシリコン 10a から成る基材上にアルミニウムから成る配線パターン 11 が形成されたものであり、この場合には、ウエハ 10 の裏面側から照射するレーザ光として、基材であるシリコン 10a を透過し配線パターン 11 であるアルミニウムにて吸収される波長のものを使用する。例えば、シリコン 10a では約 1.1  $\mu\text{m}$  の波長が光の吸収端となっているため、光源としては 1.1  $\mu\text{m}$  より波長の長い赤外線レーザを出射できる赤外線レーザ光源（例えば、YAG レーザ光源）を使用する。

【0014】なお、基材がガリウム砒素から成る場合には、ガリウム砒素の光の吸収端が約 0.9  $\mu\text{m}$  であるため、これよりも波長の長いレーザ光を出射できる光源を使用する。他の材質であっても同様であり、このように、基材を透過し配線パターン 11 にて吸収される波長のレーザ光を用いることによって、ウエハ 10 の基材側からレーザ光を照射しても、この基材の影響を受けることなく配線パターン 11 までレーザ光を到達させることができるようになる。

【0015】つまり、配線パターン 11 が多層となっても、基材側からの赤外線レーザ光の照射によって、下層側の配線パターン 11 の欠陥における 2 次元画像を得ることができ、これによって欠陥検査を行うことが可能となる。

【0016】また、本実施例における欠陥検査装置 1 では、ウエハ 10 の表面側から He-Ne レーザ光を照射する He-Ne レーザ光源 21 および走査部 22 と、ウエハ 10 の裏面側から赤外線レーザ光を照射する赤外線レーザ光源 31 および走査部 32 とを備えているため、配線パターン 11 が多層となっても、同一の欠陥検査装置 1 によってウエハ 10 の表面側の配線パターン 11 と裏面側の配線パターン 11 との両方の欠陥検査を行うことができるようになる。

【0017】次に、このような欠陥検査装置 1 を用いた配線パターン 11 の欠陥検査方法、特に多層化された配線パターン 11 の欠陥検査方法について説明する。なお、以下の説明においては、図 2 の断面図に示すようなウエハ 10 を検査対象とする。すなわち、検査対象となるウエハ 10 は、シリコン 10a から成る基材上に酸化シリコン膜等の絶縁膜 10b を介して一層目アルミニウム 11a の配線パターンと、その上に絶縁膜 10b を介して二層目アルミニウム 11b の配線パターンとが形成されたものである。

【0018】まず、このウエハ 10 の表面側に形成されている二層目アルミニウム 11b の配線パターンにおける欠陥検査を行うには、予め図 1 に示す電圧供給部 6 から二層目アルミニウム 11b に所定の直流バイアスを印加しておき、この状態で He-Ne レーザ光源 21 から可視光レーザである He-Ne レーザ光を出射して走査部 22 によって 2 次元的な走査を行う。次いで、この際の一層目アルミニウム 11b に流れる電流の変化を演算部 4 にて検知し、走査と同期した 2 次元画像信号を生成する。そして、この 2 次元画像信号をワークステーション 5 に送り、ディスプレイにその 2 次元画像を表示する。

【0019】二層目アルミニウム 11b に欠陥が存在する場合には、He-Ne レーザ光の照射によって発生する熱起電力に変化が生じ、He-Ne レーザ光の走査と同期してワークステーション 5 のディスプレイに欠陥と対応する欠陥画像が表示されることになる。

【0020】次に、ウエハ 10 の裏面側に形成されている一層目アルミニウム 11a の配線パターンにおける欠陥検査を行うには、先と同様に予め電圧供給部 6 から一層目アルミニウム 11a に所定の直流バイアスを印加した状態で、赤外線レーザ光源 31 から赤外線レーザ光を出射して走査部 22 によって 2 次元的な走査を行う。ウエハ 10 の裏面側から照射された赤外線レーザ光は基材であるシリコン 10a を透過し、さらに絶縁膜 10b を透過して一層目アルミニウム 11a まで到達し、ここで吸収される。

【0021】赤外線レーザ光を吸収した一層目アルミニウム 11a は、ゼーベック効果によりその部分だけ温度が上昇し、他の部分（室温部分）に対して所定の電位差を生じる。例えば赤外線レーザ光 1mW の照射によって

上昇する温度は数Kであり、配線パターンに使用される材料でのゼーベック係数は $10\mu\text{V}/\text{K}$ であるので、これによって十分な電氣的測定を行うことが可能となる。

【0022】この一層目アルミニウム11aに図2に示すよう欠陥12が存在する場合、ここに赤外線レーザー光が照射される際の温度上昇が他の部分に照射される際の温度上昇と相違することになり、一層目アルミニウム11aに流れる電流に変化が生じる状態となる。演算部4では、この電流変化に基づいて走査と同期した2次元画像信号を生成する。そして、この2次元画像信号をワークステーション5に送り、ディスプレイにて2次元画像を出力する。

【0023】図3は出力画像を説明する図であり、(a)は顕微鏡等による欠陥12の状態を示す平面図、(b)は赤外線レーザー光を照射した際の出力画像を示す平面図である。このように、一層目アルミニウム11aに図3(a)に示すような欠陥12が存在する場合には、赤外線レーザー光の照射による欠陥12部分での電流変化から、図3(b)に示すような欠陥画像12aが出力される。

【0024】このように本実施例においては、ウエハ10の裏面側から赤外線レーザー光を照射することにより、基材であるシリコン10aに影響を受けることなく一層目アルミニウム11aに存在する欠陥12を検査できるようになる。つまり、ウエハ10の表面側からみた場合に、二層目アルミニウム11bと一層目アルミニウム11aとが重なっていて、表面側からのHe-Neレーザー光の照射では一層目アルミニウム11aの欠陥が検査できないような場合であっても、ウエハ10の裏面側から赤外線レーザー光を照射するにより基材であるシリコン10aに影響を受けることなく一層目アルミニウム11aの欠陥検査を行うことが可能となる。

【0025】なお、本実施例における欠陥検査装置1では、赤外線レーザー光を照射する赤外線レーザー光源31および走査部32に加え、He-Neレーザー光を照射するHe-Neレーザー光源21および走査部22を備えている例を説明したが、必ずしもHe-Neレーザー光源21および走査部22を備えていなくてもよい。また、検査対象として、ウエハ10の裏面側に基材であるシリコン10aが配置されている例を使用し、ウエハ10の裏面

側から赤外線レーザー光を照射する場合を示したが、例えば、3次元集積回路のように配線パターン11より表面側にシリコン等の基材が堆積している場合には、表面側から赤外線レーザー光を照射して、裏面側にある配線パターン11の欠陥検査を行うようにしても同様である。

【0026】また、図1に示す例では、配線パターン11の全線に対する電流変化を検知するような電氣的接続となっているが、配線パターン11の一部分のみの電流変化を検知する場合には、その検知対象となる部分のみの電流変化を検知できるような電氣的接続を行うようにすればよい。さらに、本実施例では、配線パターン11としてアルミニウムを用いた例を示したが、これ以外の銅やタングステンシリサイド等の他の材質から成る配線パターン11の欠陥検査を行う場合であっても同様である。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の欠陥検査装置によれば次のような効果がある。すなわち、本発明では、基材を透過し配線パターンにて吸収される波長のレーザー光を光源から出射することから、基材側に位置する配線パターンの欠陥であっても検査することが可能となる。これによって、多層配線を有する集積回路の下層配線等、基材側の配線パターンの欠陥検査を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の欠陥検査装置における一実施例を説明する模式図である。

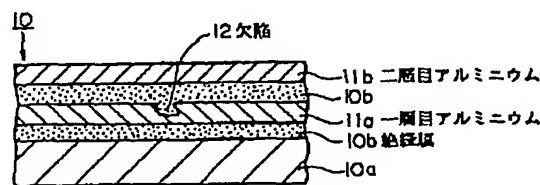
【図2】検査対象を説明する断面図である。

【図3】出力画像を説明する図である。

【符号の説明】

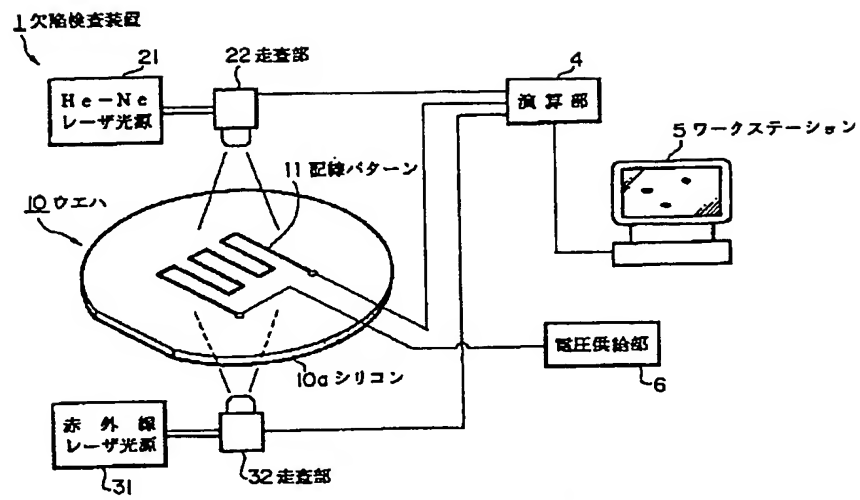
1	欠陥検査装置	4	演算部
5	ワークステーション	6	電圧供給部
10	ウエハ	11	配線パターン
21	He-Neレーザー光源部	22	走査部
31	赤外線レーザー光源部	32	走査部

【図2】



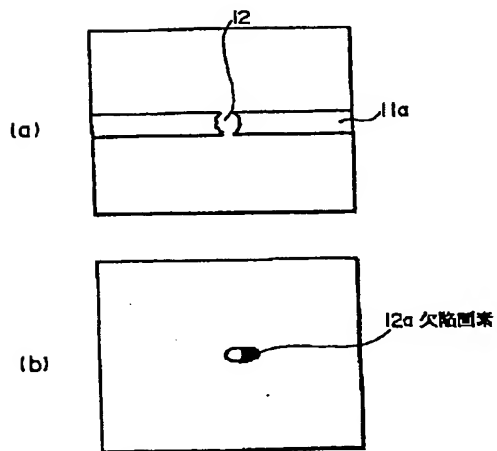
検査対象を説明する断面図

【図1】



本発明の一実施例を説明する模式図

【図3】



出力画像を説明する図